

Parametric Aide

4 février 2012



FIGURE 1 – **Parametric** Version 1.17

Table des matières

1	Quel est l'usage de Parametric ?	2
2	Utilisation de Parametric .	2
2.1	Démarrage du programme	2
2.2	Balayage de l'espace des phases.	4
2.2.1	Fixer une seule condition initiale.	4
2.2.2	Balayage automatique	4
2.3	Sélection avec la souris d'un sous-domaine.	5
2.4	Changement de la taille des points.	6
2.5	Impression des résultats.	6
2.6	Sauvegarde des résultats.	6
2.7	Langage de l'interface.	6
2.8	L'aide.	7
3	Bibliographie	7

1 Quel est l'usage de **Parametric** ?

Ce programme est destiné à l'étude des oscillations forcées du [pendule de Duffing](#) généralisé, à savoir :

$$\ddot{x} + \sin x = \epsilon \sin(2\pi ft) \quad (1)$$

Le terme généralisé veut simplement dire ici qu'on a remplacé le terme $(\omega_0^2 + \beta x^2)x$ de l'équation de Duffing sans frottement par $\sin(x)$. **Parametric** résout numériquement l'équation (1) en utilisant une méthode de Runge et Kutta au quatrième ordre[1].

Les résultats sont donnés sous forme de points dans l'espace des phases (x, \dot{x}) . Chaque point est la position d'une trajectoire de conditions initiales $x(t = 0), \dot{x}(t = 0)$ aux instants $t_n = n/f$, $n = 0, 1, 2 \dots T_{max}$.

2 Utilisation de **Parametric** .

2.1 Démarrage du programme

Lorsque le programme est lancé, on doit d'abord valider les paramètres :

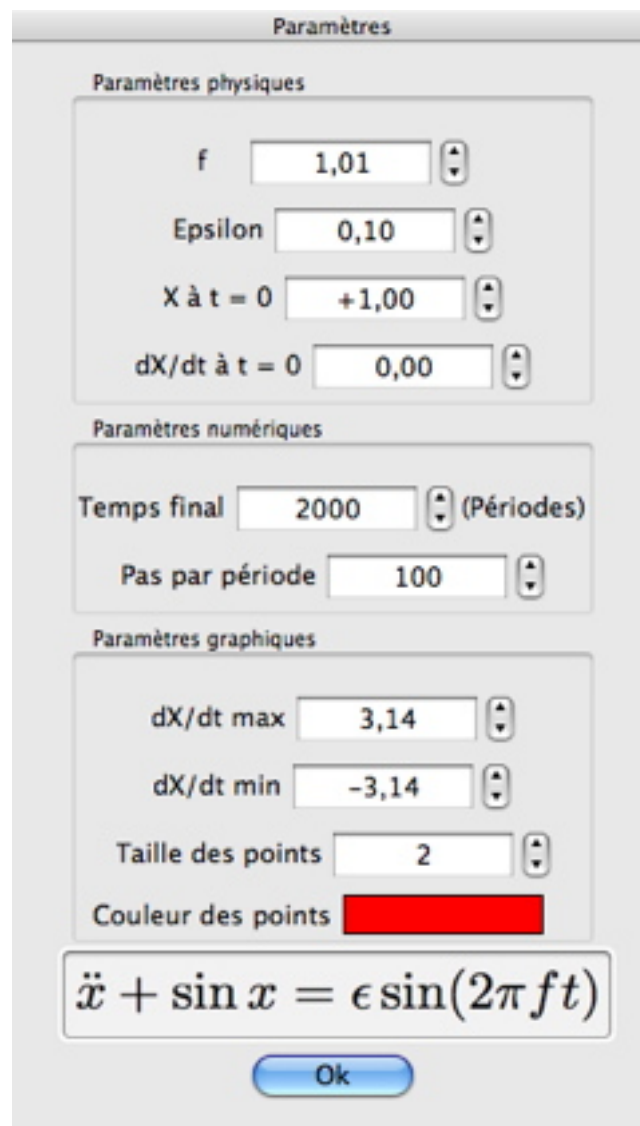


FIGURE 2 – Dialogue Paramètres.

Ce dialogue permet de fixer les paramètres physiques [f , ϵ , $x(t = 0)$ et $\dot{x}(t = 0)$], les paramètres numériques [le temps final du calcul en périodes ($1/f$), le nombre de pas d'intégration par période] et les paramètres graphiques : couleur des points, taille des points représentant les trajectoires qui ne seront visualisées que dans une fenêtre limitée à $\pm\pi$ pour \dot{x} . Il n'est pas recommandé de modifier la valeur de $\dot{x}_{max} = (dx/dt)_{max}$ qui couvre toutes les valeurs physiques intéressantes.

Une fois qu'on a répondu à ce dialogue, un autre dialogue apparaît :

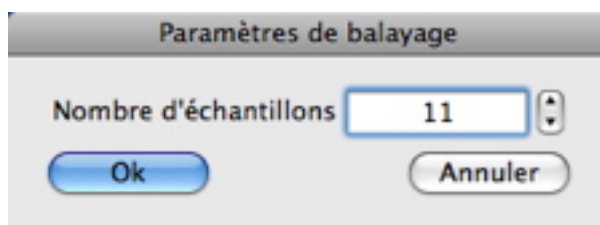


FIGURE 3 – Le dialogue Paramètres de balayage de l'espace des phases.

Le nombre d'échantillons N_e nous permettra d'explorer ensuite de façon systématique l'espace des phases en balayant en une seule opération N_e^2 conditions initiales. Une fois ce dialogue satisfait, le programme se lance dans le calcul de la première trajectoire dont les conditions initiales et la couleur ont été définies par le dialogue Paramètres (Figure 2). Les trajectoires calculées ultérieurement auront une couleur aléatoire.

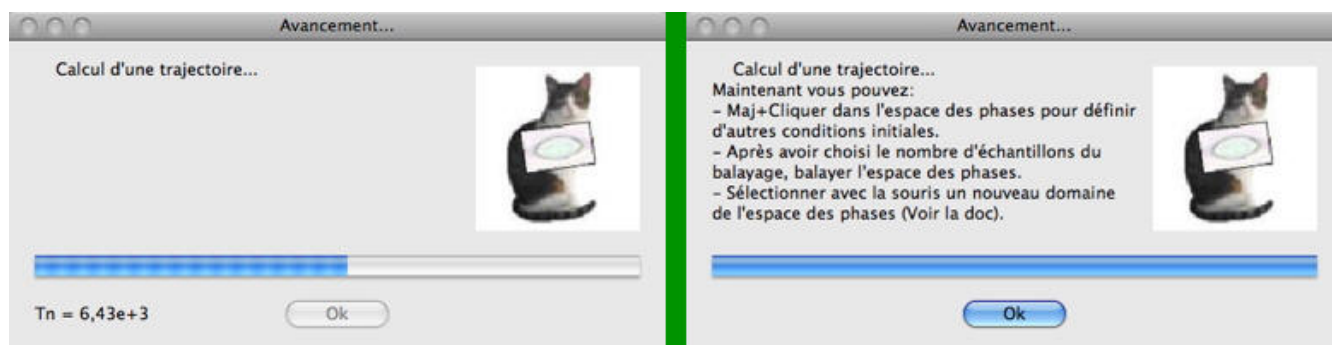


FIGURE 4 – Avancement des calculs d'une trajectoire.

Pendant le calcul, une barre d'avancement du calcul est affichée. Lorsque le calcul est terminé le programme affiche le dialogue de la figure 4 et la première trajectoire apparaît comme sur la figure 5.

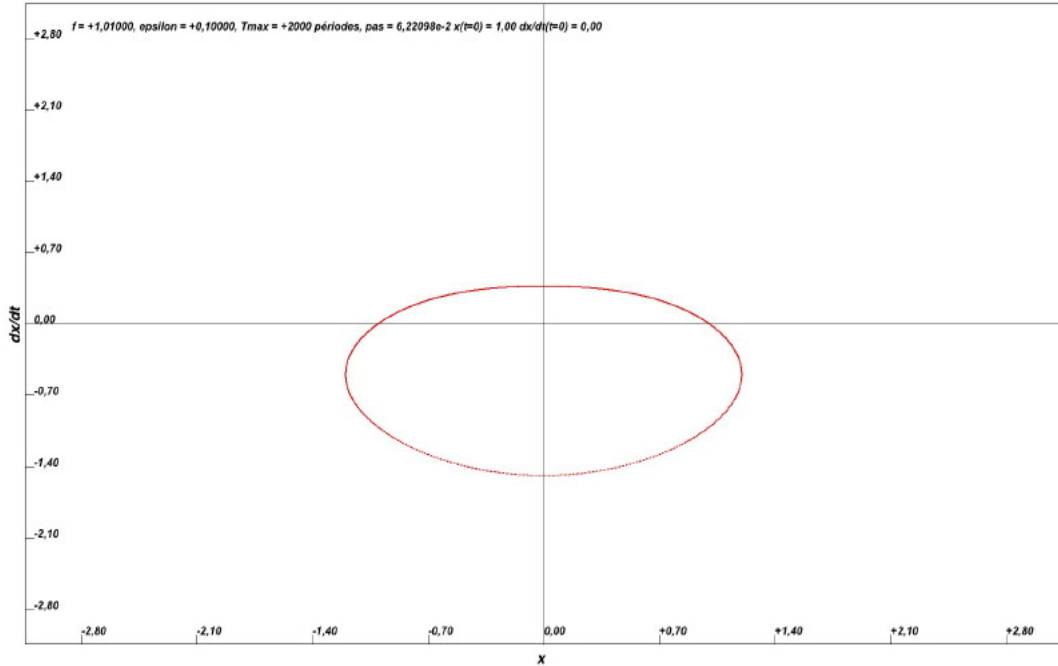


FIGURE 5 – Trajectoire dans l’espace des phases (x, \dot{x}) pour une condition initiale $x(t = 0) = 1, v = \dot{x}(t = 0) = 0$. Avec $f = 1,01, \epsilon = 0,1$, pas constant $h = 2\pi/f/100$, durée du calcul 2000 périodes (Conditions de la figure 2).

2.2 Balayage de l’espace des phases.

On a trois méthodes pour balayer l’espace des phases :

- **Méthode A.** Fixer une seule condition initiale.
- **Méthode B.** Exécuter un balayage automatique de tout l’espace des phases.
- **Méthode C.** Sélectionner avec la souris un sous-domaine de l’espace des phases pour y appliquer les deux méthodes précédentes.

2.2.1 Fixer une seule condition initiale.

Pour cela il suffit en maintenant la touche majuscule enfoncée de faire un click gauche de la souris.

2.2.2 Balayage automatique

On obtient un balayage automatique en cliquant sur le **bouton Balayage**. Le nombre d’échantillons N_e étant défini par le dialogue Paramètre du balayage (cf figure 4), les N_e^2 conditions initiales sont choisies de la façon suivante :

- $x(t = 0) = x_{min} + n\delta x$, n variant de 0 à $N_e - 1$, avec $\delta x = (x_{max} - x_{min})/(N_e - 1)$, x_{max} et x_{min} étant les extréma en x de la fenêtre courante.
- $\dot{x}(t = 0) = \dot{x}_{min} + n\delta v$, n variant de 0 à $N_e - 1$, avec $\delta v = (\dot{x}_{max} - \dot{x}_{min})/(N_e - 1)$, \dot{x}_{max} et \dot{x}_{min} étant les extréma en \dot{x} de la fenêtre courante.

Lorsque le balayage est terminé, on obtient un résultat du type de la figure 7.

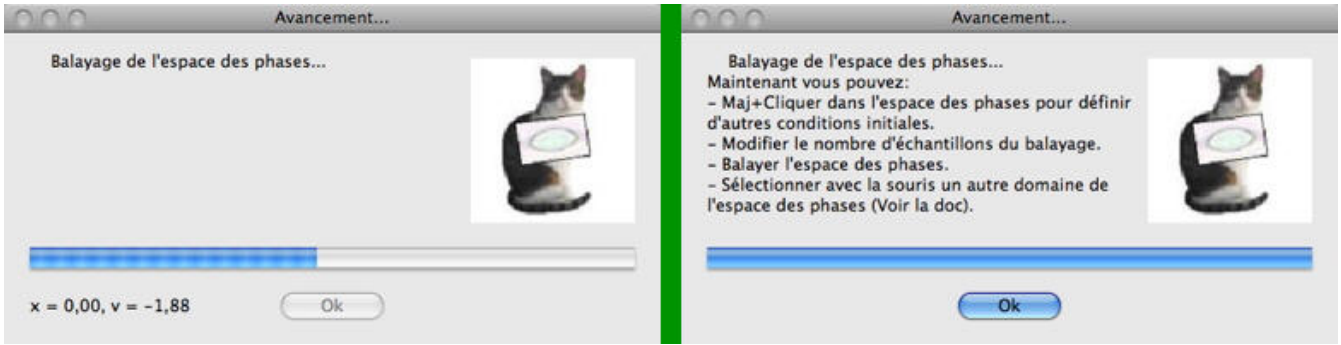


FIGURE 6 – Avancement des calculs durant un balayage automatique.

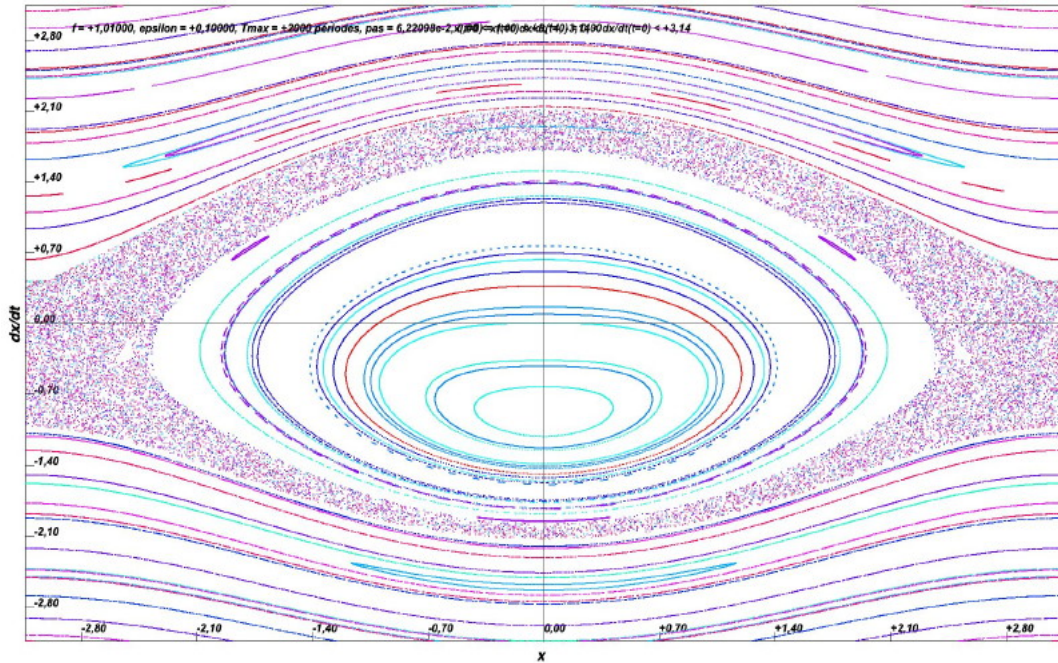


FIGURE 7 – **Exemple de balayage automatique** : Trajectoires dans l'espace des phases (x, \dot{x}) pour $x_i(t = 0) = x_{min} + i\delta x$, $v_j = \dot{x}_j(t = 0) = v_{min} + j\delta v$, $\delta x = (\delta x_{max} - \delta x_{min})/N_e$, $\delta v = (\delta v_{max} - \delta v_{min})/N_e$ pour $0 \leq i \leq N_e - 1, 0 \leq j \leq N_e - 1$. Avec $f = 1,01$, $\epsilon = 0,1$, pas constant $h = (2\pi/f)/100$, durée du calcul 2000 périodes. Chaque nœud du maillage rectangulaire donne la position des conditions initiales.

2.3 Sélection avec la souris d'un sous-domaine.

Pour cela il suffit de faire un click-gauche de la souris. Le curseur est alors accompagné par un rectangle bleu. Lorsque la taille du rectangle vous convient, un nouveau click gauche transforme le rectangle bleu en rectangle gris. Ce rectangle gris accompagne votre curseur. Lorsque la position de ce rectangle correspond à votre choix dans l'espace des phases vous pouvez :

- Soit faire un click gauche avec la souris qui vous permet d'accéder à un menu contextuel.
- Soit abandonner l'opération en tapant sur la touche **s** ou **S** du clavier.

Le menu contextuel vous offre alors les possibilités suivantes (Figure8) :

En choisissant l'item **Zoomer dans le rectangle sélectionné**, vous pouvez, dans ce domaine, fixer une condition initiale en faisant un Maj+Click gauche sur un point quelconque (Méthode A [2.2]) ou en appuyant sur le bouton **Balayage**, balayer automatiquement ce sous-domaine (Méthode

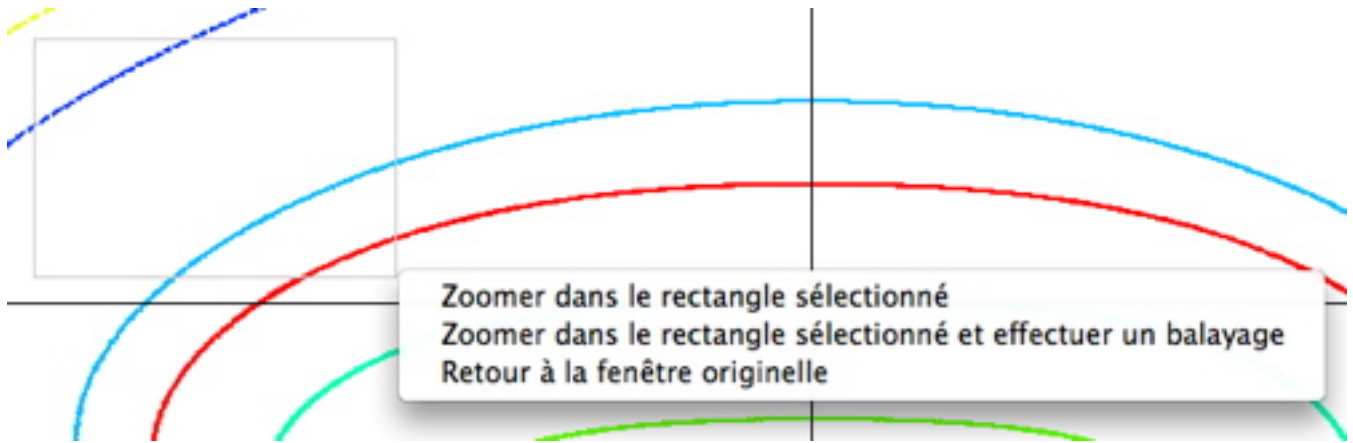


FIGURE 8 – Menu contextuel.

B[2.2]).

En choisissant l’item **Zoomer dans le rectangle sélectionné et effectuer un balayage**, vous pouvez un une opération zoomer dans et balayer automatiquement tout le sous-domaine choisi (Methode B [2.2]. Ensuite vous pouvez fixer à nouveau une condition initiale par la méthode A.

En choisissant l’item **Retour à la fenêtre originelle**, vous retrouvez votre espace des phases de départ. À noter que le menu contextuel **Retour à la fenêtre originelle** est toujours disponible.

Remarque a : Lorsqu’on a “zoomé” dans un domaine, la taille des points est automatiquement agrandie.

Remarque b : On peut toujours revenir à la fenêtre originelle soit en utilisant l’item **Retour à la fenêtre originelle** du menu **Édition**, soit son raccourci clavier (**Ctrl+G** sous Windows ou Linux, **Pomme+G** sous Mac-OS). On retrouve alors la taille initiale des points.

2.4 Changement de la taille des points.

Suivant les cas, il peut être souhaitable de changer la taille des points représentant les trajectoires. Ceci peut être fait avec le dialogue Paramètres (cf figure 2). Une fois la taille des points changée on peut réafficher l’espace des phases en mémoire en choisissant l’item **Raffraichir le dessin** du menu **Édition** ou son raccourci clavier (**Ctrl+W** sous Windows ou Linux, **Pomme+W**).

2.5 Impression des résultats.

On utilise tout simplement l’item **Imprimer** du Menu **Fichier**.

2.6 Sauvegarde des résultats.

On utilise tout simplement l’item **Enregistrer l’image** du Menu **Fichier**. L’image enregistrée est au format jpg.

2.7 Langage de l’interface.

Avec le Menu **Préférences** on peut disposer d’une interface en anglais ou en français.

2.8 L'aide.

Pour obtenir ce fichier on utilise l'item **Aide de Parametric** du menu Aide.

3 Bibliographie

Références

- [1] Abramowitz and Segun : *Handbook of Mathematical Functions* p. 897, Eq. 25.5.18, Dover Publications.